

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-198995

(43)Date of publication of application : 01.08.1995

(51)Int.Cl.

G02B 6/40

G02B 6/00

G02B 6/24

G02B 6/36

(21)Application number : 05-351009

(71)Applicant : SUMITOMO METAL MINING CO LTD

(22)Date of filing : 31.12.1993

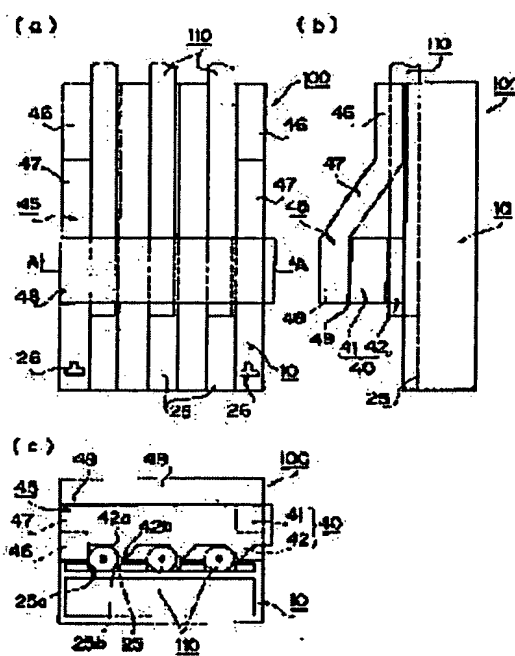
(72)Inventor : YAMADA ATSUSHI

## (54) OPTICAL CONNECTOR DEVICE

## (57)Abstract:

PURPOSE: To fix and hold sectionally rectangular grooves formed on a grooved substrate with good positional accuracy even if the opening width of these grooves is too broader than the diameter of optical fibers, to lessen light loss according to connection and to facilitate optical axis alignment.

CONSTITUTION: This optical connector device is provided with the rectangular grooved substrate 10 formed with one piece of straight rectangular groove 25 or plural pieces of parallel rectangular grooves 25. A pressing member 40 which is supported by an elastic means 45 at least partly mounted and fixed at the surface of the rectangular grooved substrate 10 or a shape memory elastic spring member which is mounted and fixed at one side onto the surface of the substrate 10 and is formed at the other side as a free moving end is arranged on this substrate 10. The optical fibers inserted into the rectangular grooves 25 are biased to the one inner side faces 25a or the top end edges of the inner side faces and inside bases 25b in the rectangular grooves 25 and are elastically pressed and held in these grooves by the pressing member 40 or the shape restored freely moving end of the shape memory elastic spring member.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-198995

(43) 公開日 平成7年(1995)8月1日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

G 0 2 B

6/40

6/00

3 4 6

6/24

6/36

審査請求 未請求 請求項の数 4 F D (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願平5-351009  
(22) 出願日 平成5年(1993)12月31日

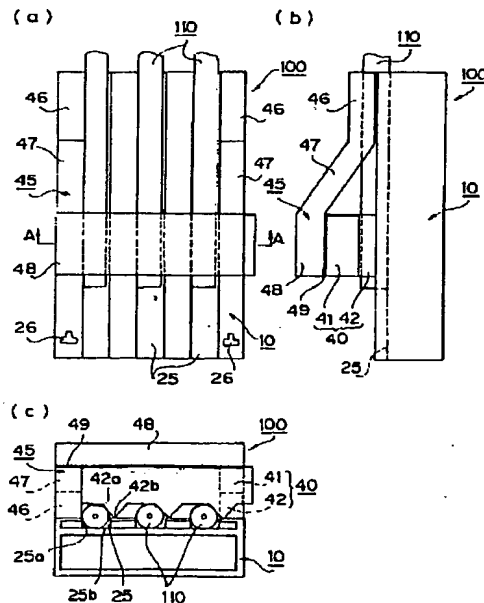
(71) 出願人 000183303  
住友金属鉱山株式会社  
東京都港区新橋5丁目11番3号  
(72) 発明者 山田 厚  
東京都羽村市柴町2-13-7-305  
(74) 代理人 弁理士 篠原 泰司

(54) 【発明の名称】 光コネクタ装置

(57) 【要約】 (修正有)

【目的】 溝基板に形成される断面矩形溝の溝開口幅が、たとえ、光ファイバの径よりも広過ぎたとしても、これを位置精度良好に固定保持できると共に、接続に伴う光損失が少なく、しかも、光軸合わせを容易になし得るようにする。

【構成】 表面上に直線状をなす1本の矩形溝25、又は複数本の平行する各矩形溝25を形成した矩形溝基板10を設けると共に、該矩形溝基板10上には、少なくとも一部を該板面に装着固定した弾性手段45によって支持される押止部材40、又は一側部該板面上に装着固定して他側部を遊動端にした形状記憶性バネ部材を配置させた状態とし、該押止部材40、又は形状記憶性バネ部材の形状回復される遊動端部により、矩形溝25内に挿入される光ファイバを該矩形溝25内の一方の内側面25a、もしくは内側面上端縁25a'、及び内底面25bに片寄せて弾圧的に押止保持させる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 表面上に直線状をなす1本の矩形溝、又は複数本の平行する各矩形溝を形成した矩形溝基板を設けると共に、該矩形溝基板には、少なくとも一部を該板面上に装着固定した弾性手段によって支持される押止部材を配置させ、該押止部材により、前記矩形溝内に挿入される光ファイバを該溝の一方の内側面、もしくは内側面上端縁、及び内底面に片寄せて弾圧的に押止保持させたことを特徴とする光コネクタ装置。

【請求項2】 前記矩形溝基板として、板面結晶方位(110)のシリコン単結晶基板を用い、前記矩形溝が、前記シリコン単結晶基板の(111)面に平行して形成されることを特徴とする請求項1に記載の光コネクタ装置。

【請求項3】 表面上に直線状をなす1本の矩形溝、又は複数本の平行する各矩形溝を形成した矩形溝基板を設けると共に、該矩形溝基板には、少なくとも一側部を該板面上に装着固定して他側部を遊動端にした形状記憶性バネ部材を配置させ、該バネ部材の形状回復される遊動端部により、前記矩形溝内に挿入される光ファイバを該溝の一方の内側面、もしくは内側面上端縁、及び内底面に片寄せて弾圧的に押止保持させたことを特徴とする光コネクタ装置。

【請求項4】 前記矩形溝基板として、板面結晶方位(110)のシリコン単結晶基板を用い、前記矩形溝が、前記シリコン単結晶基板の(111)面に平行して形成されることを特徴とする請求項3に記載の光コネクタ装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、光集積回路に形成された光導波路の端面に光ファイバの端面を接続させるために用いる光コネクタ装置に関し、さらに詳しくは、装置本体となる矩形溝基板の矩形溝内に光ファイバを装着固定して構成する光コネクタ装置に係るものである。

整理番号=SUP105

## (2)

## 【0002】

【従来の技術】 一般に、光集積回路装置においては、集積化光スイッチ、集積化光カプラ等の光集積回路に形成された光導波路の終端に対して光ファイバの端面を接続することが行なわれる。

【0003】 従来のこの種の光導波路と光ファイバとの接続構成は、光導波路を形成した光集積回路基板と光ファイバを固定保持した溝基板との結合構造体(以下、単に結合構造体と呼ぶ)として知られており、該結合構造体は、少なくとも1本以上の断面V字状をなす保持溝を形成してなる溝基板を本体とし、且つ該保持溝内に光ファイバを固定保持させた光コネクタ装置を設け、光集積回路基板上の光導波路の端面と光コネクタ装置上の光

ファイバの端面とを突き合わせ接続させて構成する。

【0004】 而して、前記光導波路の端面と溝基板面の保持溝内に固定保持された光ファイバの端面とを突き合わせ接続する際には、該接続される両端面相互の光軸が一致していない場合、必然的に、その接続不良に伴う光損失が大きくなることから、可及的に精密な光軸合わせを行なうことが必要とされる。即ち、該突き合わせ接続は、光導波路の端面と光ファイバの端面との相互を仮に突き合わせた状態で、予め、光導波路あるいは光ファイバの何れか一方に光を導波しておき、且つ他方を通して導波される光の強度をモニタしながら、該光導波路あるいは光ファイバの端面突き合わせ位置を微動させることで、光強度が最大になる位置を選択的に検出して設定し、このようにして光軸合わせを行なうのが通常の態様である。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、上記従来の端面突き合わせ接続構成にあっては、通常の場合、溝基板面に形成される保持溝、つまり、V溝が、シリコン基板の表面をしかるべ

整理番号=SUP105

## (3)

くマスキングした状態で、異方性エッチング処理することによって形成されており、このような形成手段であることから、どうしても該断面V溝形状の寸法精度が劣るのを避けられない。特に、複数本のV溝を併設して形成する場合には、これらの各V溝自体の断面形状寸法及び該各V溝間相互の間隔寸法等を精度よく揃えるのが極めて困難であるばかりか、各V溝内に保持される夫々の各光ファイバの固定位置が必ずしも一定しない等の点で、その光軸合わせが頗る厄介であり、必要以上に手間のかかるものであった。

【0006】 一方、前記保持溝を形成する別の手段として、シリコン基板を砥石等で研磨して所望の矩形溝を得る方法があるが、このようにして形成される矩形溝では、例えば、該矩形溝の幅寸法が大き過ぎて光ファイバとの間に隙間があると、正確な嵌め込み固定ができず、又、反対に幅寸法が小さ過ぎると、嵌め込み自体が不能になる。又、このような研磨によって形成される矩形溝の場合には、通常、その溝形状の寸法精度が必ずしもよくなく、不良品が発生し易いばかりか、嵌め込まれる光ファイバの固定位置精度が不確かであり、その光軸合わせが極めて困難であって時間もかかるという不利がある。

【0007】 そこで、本発明者は、先に、特願平5-267311号によって、寸法精度の高い断面矩形状の保持溝(以下、矩形溝と呼ぶ)を有する矩形溝基板の製造方法を開示した。この新たに提案した矩形溝基板の製造方法においては、先ず、シリコン基板上にエッチング停止層を形成させた後、該エッチング停止層上に板面結晶

方位(110)のシリコン単結晶による被エッチング層を積層させておき、次いで、フォトリソグラフィ技術により、長手方向が前記被エッチング層の(111)面に平行となる保持溝のフォトレジストパターンを形成し、且つ該レジストパターンをマスクにした異方性エッチング処理によって、側面の結晶方位が(111)面

整理番号= SUP105

## (4)

となる断面矩形状溝を選択的に得るというものである。

【0008】前記矩形溝基板の製造方法によって、寸法精度の高い矩形溝をエッチング形成するためには、該矩形溝のエッチングパターンにおける(111)面に平行な方向からのずれ、及び被エッチング層の板面結晶方位(110)からのずれとか、フォトリソグラフィにおけるフォトレジスト剤の組成、フォトレジスト膜の厚さ、それに、異方性エッチングのためのエッチング液の組成、エッチング温度、エッチング時間等の夫々の各エッチング条件等を可及的正確に管理する必要がある。

【0009】即ち、エッチング形成しようとする矩形溝の深さ方向の寸法精度については、前記エッチング停止層によって自動的に決定されるために、前記被エッチング層の積層厚さを正確に設定する限り、各エッチング条件等の変動の影響を受けることが比較的少ないものと云えるが、一方で、矩形溝の幅方向の寸法精度については、該各エッチング条件等の変動の影響をそのまま直接受けることになって、特に、複数の矩形溝をエッチング形成する場合には、その各溝中心間の寸法こそエッチングパターンと変わりほしないのであるが、処理対象の各基板毎に、すべての溝幅寸法が一様に広がり過ぎたり、狭まり過ぎたりする場合が生ずることになる。例えば、深さ60μmの矩形溝をエッチング形成する場合、前記各エッチング条件等を正確に管理しさえすれば、溝開口幅のエッチングパターンに対する広がりをせいぜい2μm程度の範囲内に抑え得るのであるが、これが十分に管理されていないと、該溝開口幅のエッチングパターンに対する広がりが10μm程度にまで及ぶことすらある。

【0010】本発明は、このような従来の問題点を解消するためになされたもので、その目的とするところは、溝基板に形成される断面矩形状溝の溝開口幅が、たとえ、光ファイバの径よりも広過ぎたとしても、これを位置精度良好に固定保持できると共

整理番号= SUP105

## (5)

に、接続に伴う光損失が少なく、しかも、光軸合わせを容易になし得るようにした光コネクタ装置を提供することである。

【0011】

【課題を解決するための手段】前記目的を達成するために、本発明に係る光コネクタ装置は、矩形溝基板上に

光ファイバを受け入れるのに十分な断面形状の矩形溝を精度よく形成すると共に、該矩形溝内に挿入される光ファイバを矩形溝内の一方の内側面及び内底面に弾圧的に片寄せて押止保持させるようにしたものである。

【0012】即ち、本発明の第1の発明は、表面上に直線状をなす1本の矩形溝、又は複数本の平行する各矩形溝を形成した矩形溝基板を設けると共に、該矩形溝基板上には、少なくとも一部を該板面に装着固定した弾性手段によって支持される押止部材を配置させた状態とし、該押止部材により、前記矩形溝内に挿入される光ファイバを該矩形溝内の一方の内側面、もしくは内側面上端縁、及び内底面に片寄せて弾圧的に押止保持させたことを特徴とする光コネクタ装置であり、又、同光コネクタ装置において、前記矩形溝基板に板面結晶方位(110)のシリコン単結晶基板を用い、前記矩形溝が、前記シリコン単結晶基板の(111)面に平行して形成されることを特徴とするものである。

【0013】本発明の第2の発明は、表面上に直線状をなす1本の矩形溝、又は複数本の平行する各矩形溝を形成した矩形溝基板を設けると共に、該矩形溝基板上には、少なくとも一側部を該板面上に装着固定して他側部を遊動端にした形状記憶性バネ部材を配置させ、該バネ部材の形状回復される遊動端部により、前記矩形溝内に挿入される光ファイバを該溝の一方の内側面、もしくは内側面上端縁、及び内底面に片寄せて弾圧的に押止保持させたことを特徴とする光コネクタ装置であり、又、同光コネクタ装置において、前記矩形溝基板に板面結晶方位(110)のシリコン単結晶基板を用い、前記矩形溝が、前記シリコン単結晶基板の(111)面に平行して形成されることを特徴とするものである。

整理番号= SUP105

## (6)

【0014】

【作用】従って、本発明によれば、矩形溝基板上に形成される矩形溝の開口幅は、たとえ設定幅寸法より大きくても、同一基板面での各矩形溝間の間隔が高精度に一定値を有し、且つ前記矩形溝の溝幅は、たとえ異方性エッチング条件が最適でなくても、各矩形溝の中心位置が正確に保持された相互に同一の溝幅になると共に、各矩形溝の深さ寸法は高精度に形成されるために、弾性手段で支持される押止部材、又は形状記憶性バネ部材の何れかを用いて、光ファイバを該矩形溝内の一方の内側面、もしくは内側面上端縁、及び内底面に片寄せて弾圧的に押止保持させることによって、各光ファイバの光軸が、所定の同一による垂直方向の深さ位置及び水平方向の間隔位置を保持して固定されるもので、事後に行われる光集積回路基板の光導波路との接続操作が極めて容易になる。

【0015】

【実施例】以下、本発明に係る光コネクタ装置の実施例

につき、図1ないし図10を参照して詳細に説明する。

【0016】本説明においては、先ず最初に、図1に示す第1の発明対応の第1の実施例を適用した矩形溝基板の製造方法について述べる。

【0017】図1(a)ないし(f)は、本発明の第1の実施例を適用した矩形溝基板の製造方法、ここでは、複数の各矩形溝の形成方法の主要な工程を順次模式的に示す夫々に断面図である。

【0018】これらの図1に示す実施例各図において、ベース基板となるシリコン単結晶による支持基板（以下、単に支持基板と呼ぶ）11は、その板面結晶方位が（100）面で、表面を鏡面仕上げして準備し、又、処理対象基板となるシリコン単結晶による種基板（以下、単に種基板と呼ぶ）12は、その板面結晶方位が（111）面

#### (7)

0）面で、同様に、表面を鏡面仕上げして準備する。而して、前記支持基板11と種基板12とは、先ず、酸素雰囲気中で夫々の基板面13、14を対向状態に配置させると共に、処理温度1100℃、20分間の熱処理により、夫々の表面に厚さ0.26μmの酸化シリコン層15、16を形成させ（図1(a)）、次いで、該酸素雰囲気、及び温度条件を一定に維持したまま、これらの両者の鏡面仕上げした各基板面13、14の相互を接触させた状態とし、更に、10分間の熱処理により、該基板面13、14における各酸化シリコン層15、16の相互が融合して結合され、この場合は、該融合部が厚さ0.52μmの酸化シリコン埋め込み層（ここでは、前記エッチング停止層に該当する）17となるもので、このようにして所要の矩形溝基板一次素材（以下、基板一次素材と呼ぶ）18を得る（図1(b)）。

【0019】その後、ダイヤモンド砥石を用いた研磨装置により、前記基板一次素材18における種基板12の端部側表面19をシリコン単結晶部分（以下、SOI層と呼び、ここでは、前記被エッチング層に該当する）20の厚さが6.4μmになるまで研磨除去し、且つ引き続き、コロイダルシリカを研磨材に用いて、該SOI層20の厚さが6.1±1μmになるまで鏡面研磨すると共に、更に、干渉膜厚計による膜厚分布の計測のもとに、該厚さが5.7.8±0.1μmになるまで局所研磨処理して、所要の矩形溝基板二次素材（以下、基板二次素材と呼ぶ）21を得る（図1(c)）。なお、この工程での局所研磨処理には、特願平5-175997号で開示した局所研磨装置を用いた。

【0020】次に、前記基板二次素材21におけるSOI層20の表面を熱酸処理して厚さ0.5μmの酸化シリコンマスク層22を形成した上で、フォトリソグラフィ技術により、該酸化シリコンマスク層22上にフォトレジストを塗布し、所要マスクを介した露光転写、及び現像の各処理をなして、所期の各矩形溝、及び第1

の位置合せマークを夫々にエッチング形成するために、長手方向が前記シリコ

整理番号= SUP105

#### (8)

ン単結晶種基板12、ひいてはSOI層20の結晶方位（111）面に平行な間隔250μmで、幅125μm、長さ30mmの矩形溝形成用の窓部24、及び同様に第1の合わせマーク形成用の窓部（ここでは図示省略）をパターンニング開口させたフォトレジストパターン23を形成させ（図1(d)）、且つ該レジストパターン23をエッチングマスクに用いることによって、この場合は、HF:NH3F:H2O=1:15:5の組成からなる緩衝弗酸水溶液中で、前記窓部24を通して露出されている酸化シリコンマスク層22を選択的にエッチング除去する（図1(e)）。

【0021】更に、今度は、前記レジストパターン23、及び前回のエッチング処理によって残された酸化シリコンマスク層22をエッチングマスクに用いることで、この場合は、濃度50重量%のKOH溶液により、液温60℃で20分間に亘って前記SOI層20を選択的にエッチング除去し、このようにして目的とするところの相互間隔が250μmで、個々の溝深さが後述する光ファイバの半径に対応して、これよりも小さい57.8μm、同様に、溝幅が127μmで、所要全長よりも長い30mmからなる断面が矩形状をした3列の各矩形溝、ここでは、前記光ファイバを保持するための各矩形溝25、及び各第1の位置合わせマーク26を形成させ、且つこれを全幅9mm、全長25mmの単体に切断成形することで所期通りの矩形溝基板10を得ることができた（図1(f)）。なお、この工程では、前記酸化シリコン埋め込み層17がエッチング停止層として、何らのエッチングもなされずに作用することが確認され、その深さ方向のバラツキは、±0.04μm程度に抑えられた。

【0022】従って、上記の各工程を経て前記矩形溝基板10の表面上に夫々形成される各矩形溝25、及び各第1の位置合わせマーク26は、各溝相互間の間隔及び平行度、並びに個々の各溝の断面形状が、共に極めて高精度に維持されると共に、これらの各矩形溝25、及び各第1の位置合わせマーク26に与えられた諸条件の全ては、後述する光集積回路基板での各光導波路、及び第2の位置合わせマーク

整理番号= SUP105

#### (9)

に対応する。なお、前記各第1の位置合わせマーク26については、その形状について何らの制限をも受けるものではなく、例えば、案内溝のような形状であっても特に差し支えない。

【0023】続いて、上記矩形溝基板10に組み合わせて用いられるところの、図2に示す固定部材の製造方法

について述べる。

【0024】図2(a)ないし(f)は、本発明の第1の実施例による前記矩形溝基板10の各矩形溝25に対して、個々の各光ファイバを弾圧的に押し保持して固定するための固定部材として用いられる押し部材の形成方法の主要な工程を順次模式的に示す夫々に断面図である。

【0025】これらの図2に示す各図において、シリコン単結晶による型基板（以下、単に型基板と呼ぶ）31は、板面結晶方位を(100)面にして準備され、先ず、該型基板31に対しても、上記の場合と同様に、熱酸化処理によって表面上に厚さ0.5μmの酸化シリコンマスク層32を形成させた上で、フォトリソグラフィ技術により、フォトレジストを塗布し、所要マスクを介した露光転写、及び現像の各処理をなして、長手方向が該型基板31の結晶方位(100)面内で(111)面に平行な間隔250μm、幅125μm、長さ30mmの窓部34をパターンニング開口させてなるフォトレジストパターン33を形成させ（図2(a)）、且つ該レジストパターン33をエッチングマスクに用い、HF:NE3F:H2O=1:15:5の組成からなる緩衝弗酸水溶液中で、前記窓部34を通して露出されている酸化シリコンマスク層32を選択的にエッチング除去する（図2(b)）。

【0026】次いで、今度は、前記レジストパターン33、及び前回のエッチング処理によって残された酸化シリコンマスク層32をエッチングマスクに用いることで、濃度50重量%のKOH溶液により、液温60℃で20分間に亘って前記型基板3

整理番号=SUP105

(10)

1を選択的にエッチング除去し、このようにして先に述べた矩形溝基板10における夫々の各矩形溝25に対応されるところの、相互間隔が250μmで、深さが92μm、開口幅が125μm、長さが30mmの断面がV字状をなす3列の各V溝35を選択的に形成させ（図2(c)）、更に、これを濃度15重量%の弗酸水溶液中でエッチング処理して前記酸化シリコンマスク層32を全面除去し、これによって所期通りのV溝型基板30を得る（図2(d)）。なお、この工程で形成される前記V溝35の深さのバラツキは、±0.5μmであった。

【0027】引続き、前記V溝型基板30を成型型に用い、透明エポキシ樹脂を流し込むと共に、これを温度80℃、6時間の熱処理によって硬化させることで、所期の透明エポキシ樹脂層41を形成させ（図2(e)）、更に、これを光ファイバの部分的弾圧押しに必要とされる大きさ寸法、この場合は、幅5mm、長さ2mmに切断成形した後、濃度50重量%のKOH溶液を用い、液温60℃で、これをエッチング処理することにより、該V溝型基板30の全体が溶解除去される。この結果、残された透明エポキシ樹脂層41にあっては、前記V溝型基

板30での各V溝35の型形状、寸法がそのまま転写された3列の各V形突条、ここでは、次に述べる各光ファイバを前記矩形溝25内で部分的に弾圧押しさせて固定保持するための、夫々に斜面部42a及び先端部42bを有する各V形突条42と、これらの各V形突条42間にあって、相互間隔が250μmで、深さが92μm、開口幅が250μmの各台形溝、つまり同様に、前記各光ファイバの部分的固定に際して、該各光ファイバを部分的に受け入れることになる各台形溝43とが夫々に形成され、このようにして所期通りの押し部材40を得るのである（図2(f)）。

【0028】従って、上記の各工程を経て形成される固定部材としての押し部材40は、各V形突条42及び各台形溝43の相互間隔及び平行度、並びに個々の各部分の断面形状が、前記矩形溝基板10における各矩形溝25の断面形状に対応して、共

整理番号=SUP105

(11)

に極めて高精度に維持されることになる。

【0029】次に、前記矩形溝基板10への固定部材としての押し部材40による各光ファイバの弾圧押しのための組み上げ手順について述べる。

【0030】図3(a),(b),(c)は、前記矩形溝基板10の各矩形溝25内に夫々の各光ファイバを挿入させた上で、押し部材40によって弾圧押しさせた状態の概要構成を示す夫々に平面図、側面図、A-A線部の断面図であり、図4(a),(b),(c)は、前記矩形溝基板10の各矩形溝25内への押し部材40による夫々の各光ファイバの弾圧押しの各過程を順次模式的に示す夫々に断面説明図である。

【0031】ここで、前記矩形溝基板10の各矩形溝25内への押し部材40を用いた夫々の各光ファイバの弾圧押しのための組み上げには、該各光ファイバに対する押し位置に対して押し部材40を安定的に支持するための、平面コ字状をなして透明エポキシ樹脂からなり、且つ該支持を弾圧的になし得るようにした弾性保持部材（この場合は、弾性手段に該当する）45を用いる。

【0032】即ち、該弾性保持部材45は、図3(a),(b),(c)によって明らかなように、前記矩形溝基板10の両側表面部に所要位置を占めて適宜接着剤で接着固定される1対の各固定脚部46、46と、該矩形溝基板10と前記押し部材40との高低差に対応して斜め上方に延び、且つ所要程度の弾力性を備える各弾性連接部47、47と、該各弾性連接部47、47間を連結して設けられる押し支持部、ここでは、前記押し部材40を押し位置に弾圧的に担持する押し支持部48とからなっている。従って、このように矩形溝基板10上に各固定脚部46、46を接着固定させた弾性保持部材45では、その押し支持部48が各弾性連接部47、47に与えられる幾許かの弾性の影響を受けることになる。

【0033】整理番号= SUP105

## (12)

而して、ここでの組み上げは、先ず、前記矩形溝基板10での各矩形溝25の両側表面部における所要位置に対し、弾性保持部材45の各固定脚部46、46を適宜接着剤により接着固定させると共に、その押止支持部48の下面と前記矩形溝基板10の表面との間に、前記各矩形溝25と各台形溝43、ひいては、各V形突条42とが相互にほぼ平行される状態で、前記押止部材40を幾分かの弾圧力の影響下で介在させるが、このままの状態において、該押止部材40は、各矩形溝25の溝方向に直交する方向へ、その弾圧力に抗することで移動可能である。つまり、このような前記押止部材40の介在で、この状態を適宜、顕微鏡（図示せず）によって観察しながら、該押止部材40の各台形溝43が前記各矩形溝25の中央位置に対応され、且つ各V形突条42の先端部42bが各矩形溝25間の酸化シリコンマスク層22面に当接されるように位置移動調節して仮装着させる（図4(a)）。

【0034】次いで、前記矩形溝基板10の各矩形溝25内に対しては、所要の各光ファイバ110を夫々に挿入した上で、該各光ファイバ110の各端部を所定位置で同一線上に揃えるが、この状態においては、各矩形溝25の深さ、及び開口幅と各光ファイバ110の直径との相対的な関係で、これらの各光ファイバ110の半径を越える上部側対応の外周相当部が、各矩形溝25の表面外部に突出されることになる（図4(b)）。

【0035】引続き、図中に白抜き矢印で示されているように、前記押止部材40を各矩形溝25内に挿入されている夫々の光ファイバ110側方向に移動させることにより、各V形突条42の片側斜面部42aが該各光ファイバ110の突出している該当側面に当接され、これを該各矩形溝25内の対応する一方の溝内側面25a側、ここでは、特に内側面上端縁25a'、及び溝内底面25bに対して、前記弾性保持部材45での各弾性連接部47、47による弾圧力のもとに押し付けることで弾圧押しさせ（図4(c)）、更に、その後、該弾性保持部材45の押止支持

整理番号= SUP105

## (13)

部48と押止部材40の該当表面との接触部に、紫外線硬化性樹脂49を含浸させ、且つ該押止部材40の透明性をも利用することで、これに紫外線を照射して該部を固化接着させ、このようにして弾性力を保持したままで押止部材40を効果的にしかも極めて容易に固定し得るのである（図3(b),(c)）。なお、前記弾性保持部材45の押止支持部48と押止部材40との接着には、前記紫外線照射による紫外線硬化性樹脂49のほかにも、例えば、熱処理による熱硬化性樹脂等の使用が可能である。

【0036】従って、前記矩形溝基板10の各矩形溝25

5に夫々挿入されている各光ファイバ110に対し、前記弾性保持部材45によって弾性的に固定保持された固定部材としての押止部材40を用いる弾圧押しでは、夫々の各端部が一連的に揃えられた各光ファイバ110を確実に且つ効果的に弾圧した状態で固定保持できると共に、これらの各光ファイバ110は、夫々の各矩形溝25内において、対応する一方の溝内側面上端縁25a'、及び溝内底面25bに押し付けられた状態で弾圧的に保持されることになる。このために各矩形溝25のそれ自体が高精度に形成されていることとも相俟って、その固定保持態様を極めて良好且つ高精度で実現し得るのであり、このようにして目的とする光コネクタ装置100を構成することができた。

【0037】次に、前記構成による第1の実施例の光コネクタ装置100と光集積回路基板との接合手順について述べる。

【0038】図5(a),(b)は、本第1の実施例による光コネクタ装置と光集積回路基板との接合手順を説明するための模式的に示す分解斜視図、及び同接合状態を模式的に示す斜視図であり、又、図6(a),(b)及び図7(a),(b)は、同光コネクタ装置と光集積回路基板との位置合せの態様を模式的に示す夫々に平面説明図及び端面模式図である。

【0039】整理番号= SUP105

## (14)

これらの図5ないし図7に示す各図において、光集積回路基板50には、この場合、3列の各光導波路51が、一方の表面側から、深さ2.5μm、間隔250μmで配置されている。ここで、光集積回路基板50としては、LN（ニオブ酸リチウム；LiNbO3）基板上に各光導波路51を形成させ、且つ該各光導波路51上に酸化シリコン絶縁層、酸化シリコン保護膜（共に図示せず）を順次に施したものである。又、該光集積回路基板50に対する第2の位置合せマーク52については、例えば、長辺長さ50μm、短辺長さ25μmの長方形に形成されていてよく、該長辺は、中心部導波路の中心位置から正確に1200μmの位置に配置させてあり、該第2の位置合せマーク52は、例えば、クロム蒸着膜をリフトオフ法でパターンニングして形成した。即ち、先ず、LN基板表面にフォトリソ剤を塗布し、且つガラスマスク上に描画済みの第2の位置合せマークのエッチングパターンを露光転写、且つ現像することで、フォトリソ剤層に第2の位置合せマーク対応形状の開口部を形成させ、ついで、該パターンをマスクにして金属クロム膜を厚さ0.2μm程度真空蒸着させ、その後、フォトリソ剤剥離剤で下地のレジスト層を除去すればよく、これによって開口部対応に第2の位置合せマーク52を高精度に形成し得るのである。なお、前記光集積回路基板50における一方の表面側からの各光導波路51までの深さは、その製造条件を管理することで、一定値のものが

製造される。

【0040】而して、ここでの組み上げは、先ず、前記矩形溝基板10の各矩形溝25内に各光ファイバ110を弾圧押止させた本実施例による光コネクタ装置100を顕微鏡の移動ステージ（共に図示せず）上に固定すると共に、その各光ファイバ110の端面（この場合、後に光出力端となる）、より詳しくは、端面中心部のコアに対して、各光導波路51の端面（同様に、後に光入力端となる）を突き合わせ得るように仮に重ね合わせた状態

で、光集積回路基板50を適当な固定台（図示せず）上にワックス等によって固定させ、且つこれらの重ね合わせた両者間

整理番号=SUP105

（15）に、先に述べたのと同様に、後に該両者を接着固定するための紫外線硬化性樹脂（図示せず）を含浸させる。なお、この場合、矩形溝基板10と光集積回路基板50との各重ね合わせ面に形成される第1、第2の各位置合わせマーク26、52を目安に用いるのが、仮に重ね合わせた状態とするのに有利であり、且つ後述するように、これらの各位置合わせマーク26、52の相互のみの位置合せもまた可能である。

【0041】次いで、前記各光ファイバ110の内、両外側の各光ファイバ110a、110bと、前記各光導波路51の内、両外側の各光導波路51a、51bとの光軸合わせを下記の手順で行なう。即ち、先ず最初に、前記第1、第2の各位置合わせマーク26、52を基準にした目視によって、前記両者の端面相互の突き合わせ位置を確認操作した後に、引続き、顕微鏡で観察しながら、これらの両者の相対位置を移動ステージの微動調整によって概ね一直線上に配置させるようにし、且つ前者の各光ファイバ110a、110bの他方の端面（光入力端に該当）側に光源を接続して光を導入する。しかし、この段階では、両者の光軸が未だ完全には一致されていないために、該各光ファイバ110a、110bの突き合わせ端面（光出力端に該当）から放出される光が、後者の各光導波路51a、51bの突き合わせ端面（光入力端に該当）には導入されず、従って、その他方の端面（光出力端に該当）での光点も当然、出現しなかった。

【0042】続いて、別の顕微鏡（図示せず）を用意した上で、前記各光導波路51a、51bの他方の端面（光出力端）での光点の観察が可能のように、その対物レンズを配置させると共に、焦点を調節しておき、又、前記両者の突き合わせ端面を相対的に微動調整させることによって、前記各光ファイバ110a、110bの突き合わせ端面（光出力端）から放出される光が、後者の各光導波路51a、51bの突き合わせ端面（光入力端）に導入される配置、つまり、両者の光軸が少な

整理番号=SUP105

（16）

くとも一部で一致する配置を見つける。更に、該顕微鏡の接眼レンズ位置に対して、光強度検出センサ（図示せず）を配置させることにより、各光導波路51a、51bの他方の端面（光出力端）から放出される光強度を測定できるようにした上で、前記位置合せ操作を続け、該光強度センサによる計測値が最大になる配置、つまりここでは、目的とする両者の光軸が完全に一致した配置を見出し、その後、該両者の突き合わせ位置対応の各部に紫外線を照射して、前記含浸させた紫外線硬化性樹脂を硬化させることにより、これらの光コネクタ装置100と光集積回路基板50、ひいては、各光ファイバ110a、110bと各光導波路51a、51bとの夫々の各突き合わせ端面相互を所期通りに接続固定させるもので、この光軸合わせの結果、残されている中間部の光ファイバ110cと光導波路51cもまた、同時に正確に接続されて、目的とする所期通りの光集積回路基板と矩形溝基板との結合構造体を得ることができた。因に、このようにして接続したときの夫々の光接合損失は、全て0.5dB以下であった。なお、前記接続固定のために硬化された紫外線硬化性樹脂の層厚は、おおよそ0.2μmであった。

【0043】引続き、第1、第2の各位置合わせマーク26、52のみによる位置合わせについて述べる。ここで、前記矩形溝基板10における各矩形溝25及び第1の位置合わせマーク26のエッチングパターン形成時にあっては、該矩形溝25の側壁面と第1の位置合わせマーク26の側壁面とが、共に基板の（111）結晶面であることから、その異方性エッチング時に略同一量によるエッチングを受けて、これらの両者の幅方向の広がり、つまり、いわゆるオフセット量もまた同一量になる。

【0044】従って、前記第1の位置合わせマーク26については、前記矩形溝25に平行で且つ該矩形溝25内の光ファイバ110が弾圧固定される一方の側壁面25a

整理番号=SUP105

（17）

と、該一方の側壁面25aに対応した側面該当の基準辺26a位置との相対的位置関係が、常にエッチングパターンに一致されることになり、該第1の位置合わせマーク26の基準辺26aは、該矩形溝25内に弾圧固定される光ファイバ110の光軸位置から正確に一定のオフセット量で寸法L（図6(a)参照）を維持するもので、この結果、前記光集積回路基板50上の各光導波路51の光軸との間に同一のオフセット量を保持する同様な第2の位置合わせマーク52を形成しておき、これらの各位置合わせマーク26、52の基準辺26a、52aの相互を位置合わせすることで、各光軸（図7(a),(b)に黒点で表示）相互を容易に合致させ得るのである。

【0045】即ち、これを換言すると、前記矩形溝基板10上での第1の位置合わせマーク26の基準辺26aと、前記光集積回路基板50上での第2の位置合わせマーク52の基準辺52aとを位置合わせするのみで、前記したように光ファイバ100（ないしは光導波路51）に導波光を導光して光軸合わせを行わなくても、光ファイバ100の光軸と光導波路51の光軸とを正確に一致させることができるという利点がある。なお、前記矩形溝基板10上での第1の位置合わせマーク26と、前記光集積回路基板50上での第2の位置合わせマーク52とは、少なくとも1組あればよいものとも言い得るのであるが、このように、単に1組のみでは、該第1、第2の各位置合わせマーク26、52の基準辺26a、52aの相互を同一直線上に合わせる必要があつて、これが正確に位置合せされていないと、両基板10、50の相互の重ね合わせ面方向の回転位置ずれを生ずる恐れがあるために、その複数組を設けるのがより好ましい。

【0046】次に、図8(a)、(b)は、本発明の第2の発明に対応する第2の実施例を適用した矩形溝基板の各矩形溝内に光ファイバを挿入させた上で、該各光ファイバを固定部材としての形状記憶性バネ部材によって弾圧押し止めた状態の概要構成を示す夫々に平面図、B-B線部の断面図である。

整理番号= SUP105

#### (18)

又、図9(a)、(b)、(c)は、同矩形溝基板の各矩形溝内への形状記憶性バネ部材による各光ファイバの弾圧押し止の一例による各過程を順次模式的に示す夫々に断面説明図であり、図10(a)、(b)、(c)は、同矩形溝基板の各矩形溝内への形状記憶性バネ部材による各光ファイバの弾圧押し止の他の例による各過程を順次模式的に示す夫々に断面説明図である。

【0047】図8(a)、(b)において、形状記憶性バネ部材60としては、この場合、形状回復温度25℃のNi-Ti系形状記憶合金（いわゆる、ニチノール）製平板を材料とし、該平板に対して、前記各矩形溝25に対応した同数の切れ目60aを入れることで、一側部側が一連に連接され、且つ他側部側が個々に分離して遊動端61aにされた各押し止バネ部61を形成させたものであり、これらの各押し止バネ部61に対しては、前記矩形溝基板10の各矩形溝25（但し、本第2の実施例の場合は、図9に示す如く、光ファイバ110の外径よりも深くされた矩形溝であるものとするか、或は図10に示す如く、矩形溝25間の基板面上にあつて、例えば、透明エポキシ樹脂製のスペーサ27を介在することで同等の深さにされた矩形溝であるものとする）内に挿入される各光ファイバ110を、ここでは、各矩形溝25内の対応する一方の内側面25a、及び内底面25bに対して弾圧的に押し付け得るように形状記憶させておく。なお、この場合、形状記憶合金としては、前記Ni-Ti

系の他にもCu系のものを用いることも可能である。

【0048】而して、本第2の実施例においては、先ず、前記形状記憶性バネ部材60を前記矩形溝基板10の板面所要位置に接着等の手段で固定して用い（図9(a)、図10(a)）ると共に、前記各押し止バネ部61を常温でいくらか逆反りさせて各矩形溝25内を十分に空けた状態にした上で、顕微鏡による観察の下に、前例の場合と同様に、これらの各矩形溝25内に夫々の光ファイバ110を挿入して各端部位置を合わせておき（図9(b)、図10(b)）、引続き、該バネ部材60に通電加熱して記憶形状を回復させることで、この場合は、前記各押し止バネ部61の遊動端6

整理番号= SUP105

#### (19)

1aが、前記各矩形溝25内の各光ファイバ110を、ここでは、該各矩形溝25内の対応する一方の内側面25a、及び内底面25bに対して弾圧的に片寄せた状態に押し付けて固定させ、このようにして所期通りの光コネクタ装置100を得た（図9(c)、図10(c)）。その後、前例の場合と全く同様にして、該光コネクタ装置100に対して光集積回路基板50を位置合せ結合するのである。

【0049】なお、上記各実施例の説明においては、平行な複数本、これらの場合は、3本の各光ファイバ110を対応される各矩形溝25内に弾圧押し止するための光コネクタ装置について述べたが、該光ファイバが1本、もしくは2本、ならびに3本以上の場合にも同様に適用し得るのは勿論である。

#### 【0050】

【発明の効果】以上、各実施例によって詳述したように、本発明によれば、表面上に直線状をなす1本の矩形溝、又は複数本の平行する各矩形溝を形成した矩形溝基板を設けて、矩形溝基板上に、少なくとも一部を板面に装着固定した弾性手段によって支持される押し止部材を配置させ、押し止部材により、矩形溝内に挿入される光ファイバを溝内の一方の内側面、もしくは内側面上端縁、及び内底面に片寄せて弾圧的に押し止保持させるようにするか、又は矩形溝基板上に、少なくとも一側部を板面に装着固定して他側部を遊動端にした形状記憶性バネ部材を配置させ、バネ部材の形状回復される遊動端により、同様に、矩形溝内に挿入される光ファイバを溝内の一方の内側面、もしくは必要に応じて内側面上端縁、及び内底面に片寄せて弾圧的に押し止保持させるようにしたから、矩形溝基板上に形成される矩形溝の開口幅が設定幅寸法より大きくても、同一基板面での各矩形溝間の間隔が高精度に一定値を有すると共に、各矩形溝の中心位置が正確に保持された相互に同一の溝幅になり、且つ各矩形溝の深さ寸法も高精度に維持され、結果的に、各光ファイバを所定の同一による垂直方向の深さ位置及び水平方向の間隔位置を高精度に保持して固定することができるの

である。

整理番号= SUP 105

(20)

【図面の簡単な説明】

【図1】(a)ないし(f)は、本発明の第1の実施例を適用した矩形溝基板での各矩形溝の形成方法の主要な工程を順次模式的に示す夫々に断面図である。

【図2】(a)ないし(f)は、同第1の実施例による矩形溝基板での各矩形溝に対する光ファイバの弾圧押止のための押止部材の形成方法の主要な工程を順次模式的に示す夫々に断面図である。

【図3】(a), (b), (c)は、同第1の実施例による矩形溝基板の各矩形溝内に光ファイバを挿入させた上で、該各光ファイバを固定部材としての押止部材によって弾圧押止させた状態の概要構成を模式的に示す夫々に平面図、側面図、A-A線部の断面図である。

【図4】(a), (b), (c)は、同第1の実施例による矩形溝基板の各矩形溝内への押止部材を用いた各光ファイバの弾圧押止過程を順次模式的に示す夫々に断面説明図である。

【図5】(a), (b)は、同第1の実施例による光コネクタ装置への光集積回路の接合態様を説明するための模式的に示す分解斜視図、及び同接合状態を模式的に示す斜視図である。

【図6】(a), (b)は、同第1の実施例による光コネクタ装置と光集積回路との位置合わせの態様を模式的に示す夫々に平面説明図である。

【図7】(a), (b)は、同第1の実施例による光コネクタ装置への光集積回路の接合手段を説明する端面模式図、及び接合状態の端面模式図である。

【図8】

整理番号= SUP 105

(21)

(a), (b)は、本発明の第2の実施例による矩形溝基板の各矩形溝内に光ファイバを挿入させた上で、該各光ファイバを固定部材としての形状記憶性バネ部材によって弾圧押止させた状態の概要構成を示す夫々に平面図、B-B線部の断面図である。

【図9】(a), (b), (c)は、同第2の実施例による矩形溝基板の各矩形溝内への形状記憶性バネ部材の一例を用いた各光ファイバの弾圧押止の各過程を順次模式的に示す夫々に断面説明図である。

【図10】(a), (b), (c)は、同第2の実施例による矩形溝基板の各矩形溝内への形状記憶性バネ部材の他の例を用いた各光ファイバの弾圧押止の各過程を順次模式的に示す夫々に断面説明図である。

【符号の説明】

- 10 矩形溝基板
- 11 シリコン単結晶支持基板
- 12 シリコン単結晶種基板

- 13, 14 基板面
- 15, 16 酸化シリコン層
- 17 酸化シリコン埋め込み層
- 18 矩形溝基板一次素材
- 19 端部側表面
- 20 SOI層
- 21 矩形溝基板二次素材
- 22 酸化シリコンマスク層
- 23 レジストパターン
- 24 窓部
- 25 矩形溝
- 25a 矩形溝の内側面

整理番号= SUP 105

(22)

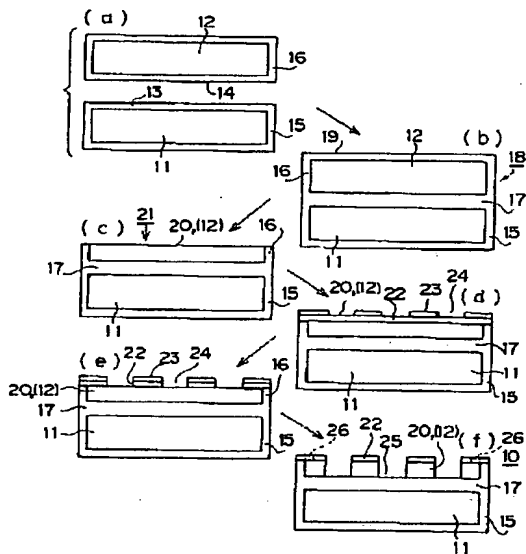
- 25a' 矩形溝の内側面上端縁
- 25b 矩形溝の内底面
- 26 第1の位置合せマーク
- 26a 基準辺
- 27 スペース
- 30 V溝型基板
- 31 シリコン単結晶型基板
- 32 酸化シリコンマスク層
- 33 レジストパターン
- 34 窓部
- 35 V溝
- 40 押止部材
- 41 透明エポキシ樹脂層
- 42 V形突条
- 43 台形溝
- 45 弾性保持部材
- 46 取付け脚部
- 47 弾性連接部
- 48 押止支持部
- 49 紫外線硬化性樹脂
- 50 光集積回路基板
- 51 光導波路
- 51a, 51b 両外側部の各光導波路
- 51c 中間部の光導波路
- 52 第2の位置合せマーク
- 52a 基準辺
- 60 形状記憶性バネ部材
- 60a 切れ目

整理番号= SUP 105

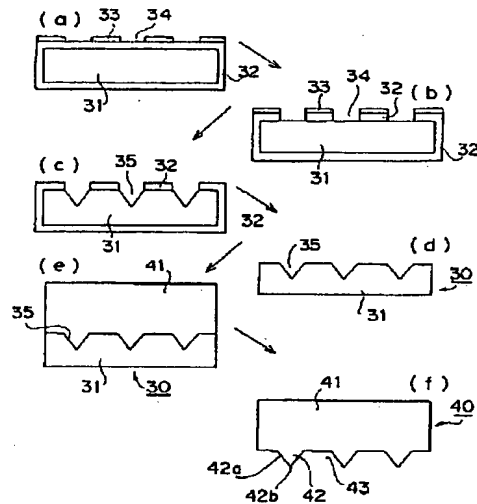
(23)

- 61 押止バネ部
- 61a 遊動端
- 100 光コネクタ装置
- 110 光ファイバ
- 110a, 110b 両外側部の各光ファイバ
- 110c 中間部の光ファイバ

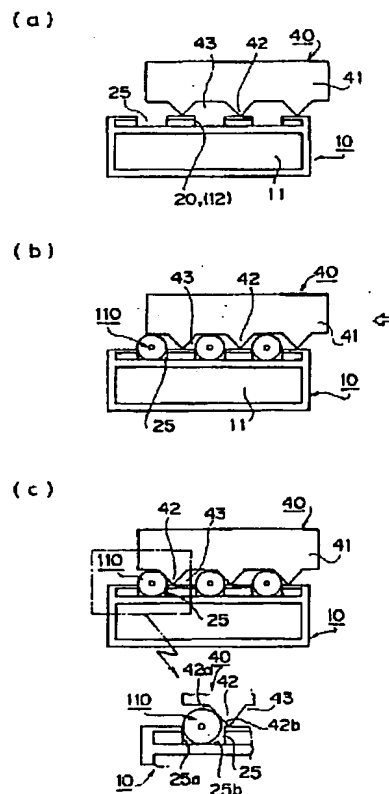
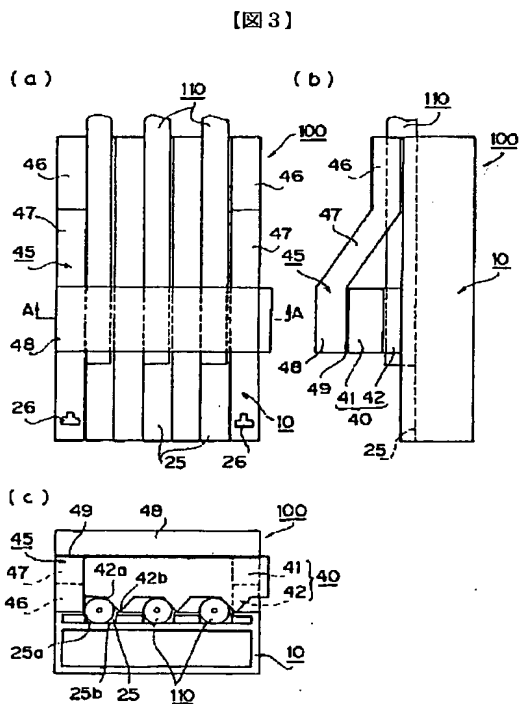
【図1】



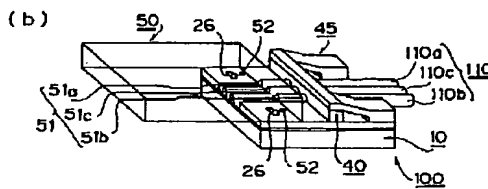
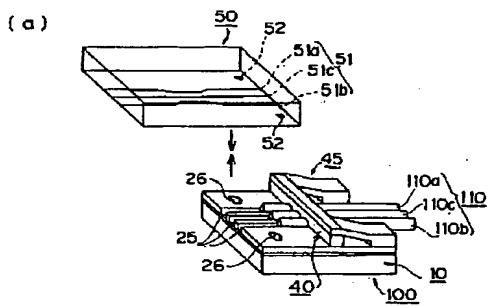
【図2】



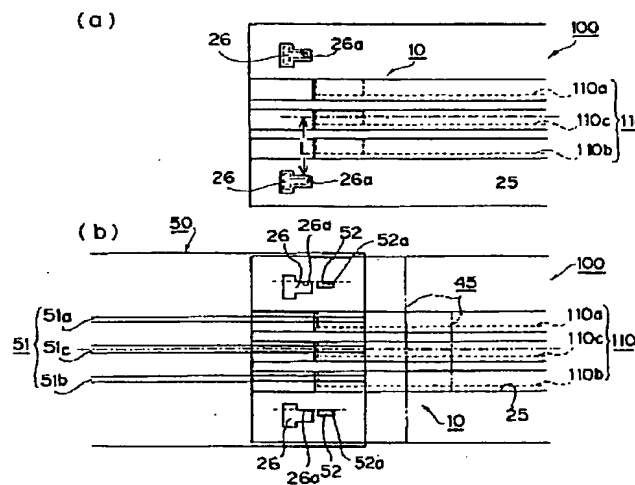
【図4】



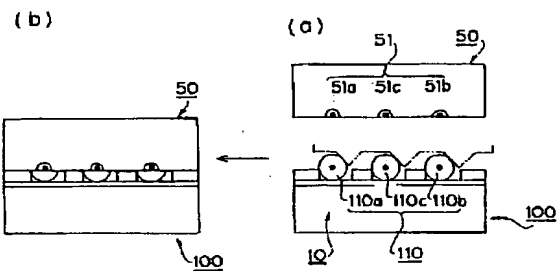
【図5】



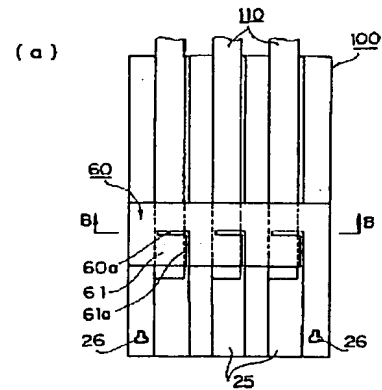
【図6】



【図7】



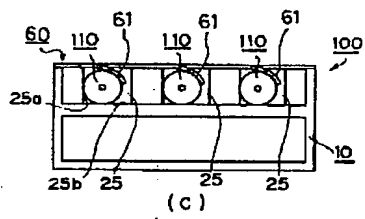
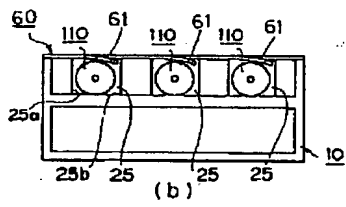
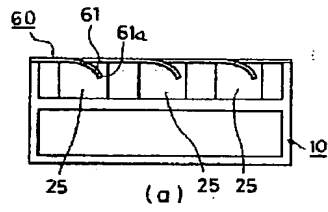
【図8】



(12)

特開平7-198995

【図9】



【図10】

